

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

Придальний Борис Іванович

УДК 621.941.2

СТВОРЕННЯ ПРИВОДІВ ЗАТИСКУ ДЛЯ ШВИДКОХІДНИХ
ТОКАРНИХ АВТОМАТІВ

Спеціальність 05.03.01 – процеси механічної обробки,
верстати та інструменти

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Тернопіль – 2011

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Стійка світова тенденція до підвищення режимів різання (High Speed Cutting) та вимог до експлуатаційної надійності автоматизованих верстатів токарної групи вимагає покращення їх експлуатаційно-швидкісних характеристик. Ці вимоги зумовлені також властивостями сучасних різальних інструментів з надтвердих матеріалів і алмазів, що дозволяє вести обробку на високих швидкостях за рахунок підвищення максимальної частоти обертання шпиндельного вузла. Підвищення частоти обертання шпиндельних вузлів токарних автоматизованих верстатів стримується рядом факторів, зокрема непристосованістю до роботи на високих частотах обертання опор шпинделя, затискних патронів (ЗП), приводів затиску (ПрЗ), зубчасто-пасових передач крутного моменту на шпиндель та коливаннями довгомірних прутків.

Суть проблеми полягає в тому, що при підвищенні частоти обертання шпиндельного вузла (ТА) дія значних відцентрових сил призводить до істотного зменшення (втрати) сил затиску заготовки в ЗП і додаткових витрат енергії в ПрЗ аж до втрати працездатності затискного механізму (ЗМ). Це зменшує надійність та довговічність роботи ЗМ і продуктивність ТА.

Відомі дослідження роботи ЗМ на високих частотах обертання в основному присвячені системі "патрон-деталь", хоча ЗМ як технічна система, в загальному випадку складається з джерела енергії та підсистем "привід-патрон" і "патрон-деталь". Сукупність елементів підсистеми "привід-патрон", яка змонтована на шпинделі верстата і складає з ним єдину структуру, відіграє особливу роль, оскільки вона не лише суттєво впливає на його динамічні властивості, конструкцію і компоновку, але й визначає зусилля і переміщення на вході ЗП, а також силову взаємодію між шпинделем та іншими елементами підсистеми "привід-патрон" в процесі затиску-розтиску заготовки.

Для створення ПрЗ, які сприяють стабілізації сил затиску заготовки на високих частотах обертання, потрібне проведення додаткових теоретичних і експериментальних досліджень. Найбільш поширеними є ПрЗ з геометричним замиканням, які використовуються в пруткових токарних автоматах ТА і токарно-револьверних верстатах, при цьому їх робота на високих частотах обертання досліджена недостатньо. Тому, дослідження прогресивних ПрЗ автоматизованих токарних верстатів, які пристосовані до роботи на високих частотах обертання, і розробка методів їх створення визначають актуальність даної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Роботу виконано відповідно до тематичного плану науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України на тему за власною ініціативою "Цільові механізми і оснащення верстатів нового покоління для надшвидкісної і прецизійної обробки"(№ державної реєстрації 0106U002645). Дослідження є також частиною робіт, виконаних відповідно до держбюджетної теми №2988 "Створення вузлів і механізмів для високошвидкісної і прецизійної обробки на верстатах нового покоління з паралельною кінематикою (№ державної реєстрації №1006U007223) та згідно з договором "Про партнерство, співпрацю та науковий

обмін між Механіко-машинобудівним інститутом НТУУ "КПІ" і навчально-науково-виробничим Інститутом інженерних та інформаційних технологій ЛНТУ".

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення продуктивності і розширення технологічних можливостей ТА за рахунок створення та вдосконалення конструкцій ПрЗ, що працюють на високих частотах обертання.

Для досягнення мети в роботі поставлені такі задачі:

1. На підставі патентно-інформаційних досліджень виконати аналіз відомих схем і конструкцій ПрЗ токарних автоматизованих верстатів, результатів їх розробки, дослідження та експлуатації, обґрунтувати актуальність і основні напрямки досліджень.

2. Розробити уточнені математичні моделі передачі сил і провести теоретичні дослідження силових та енергетичних характеристик типових конструкцій ПрЗ з геометричним замиканням на різних частотах обертання шпинделя та визначити ступінь впливу цих характеристик на техніко-економічні показники ЗМ і ТА.

3. Розробити методику експериментальних досліджень впливу частоти обертання шпинделя високошвидкісних ПрЗ та ЗП на їх силові та енергетичні характеристики.

4. Теоретичними та експериментальними дослідженнями характеристик ПрЗ з геометричним замиканням і різними конструкціями ЗП довести можливість стабілізації зусилля затиску в ЗМ при підвищенні частоти обертання шпинделя.

5. Розробити інженерну методику проектування ПрЗ для швидкохідних токарних автоматизованих верстатів нового покоління та запропонувати ряд ефективних конструкцій ПрЗ для високошвидкісної обробки.

Об'єктом досліджень є закономірності впливу факторів конструктивного та кінематичного характеру на силові та енергетичні (експлуатаційні) характеристики ПрЗ при високих частотах обертання шпинделя.

Предметом досліджень є механічні та електромеханічні ПрЗ швидкохідних автоматизованих токарних верстатів.

Методи дослідження. Дослідження базуються на використанні основних положень і методів: теорії затискних механізмів верстатів, електроприводу машин, теоретичної механіки, теорії машин і механізмів, математичного моделювання.

Експериментальні дослідження проводилися із застосуванням спеціально створеного стенда на базі багатошпиндельного ТА мод. 1Б240–6 та використанням контрольно-вимірювальної апаратури і спеціально розробленого технологічного оснащення. Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджена порівняльними лабораторними дослідженнями з використанням теорії ймовірностей та математичної статистики.

Наукова новизна одержаних результатів. В дисертаційній роботі отримані нові результати для теорії і практики створення ПрЗ ТА для високошвидкісної токарної обробки, які полягають в тому, що вперше:

– отримала подальший розвиток теорія проектування ПрЗ з геометричним замиканням для високошвидкісної токарної обробки з врахуванням дії відцентрових сил невідновжених елементів важільних кулькових або роликів передатно-підсилювальних ланок;

– теоретично доведено і експериментально підтверджено суттєвий вплив відцентрових сил невідновжених елементів та конструктивних особливостей муфти затиску (МЗ), яка може бути охопленою і охоплюючою, на працездатність ПрЗ при роботі на високих частотах обертання, що дозволило уточнити аналітичні залежності для визначення силових характеристик ПрЗ з геометричним замиканням;

– на основі розробленої математичної моделі передачі сил у ПрЗ з геометричним замиканням та охопленою МЗ з урахуванням частоти обертання шпинделя доведена можливість стабілізації зусилля затиску в ЗМ швидкохідних ТА.

Практичне значення одержаних результатів:

– створені нові прогресивні електромеханічні та механічні конструкції ПрЗ з геометричним замиканням, що забезпечують кероване і стабільне зусилля затиску при різних частотах обертання та відхиленнях діаметра прутка від номінального значення, які захищені 5-ма патентами України на корисні моделі;

– розроблено з використанням системно-морфологічного підходу методику проектування ПрЗ, які пристосовані до роботи на високих частотах обертання, що дає змогу визначити основні параметри нових конструкцій ПрЗ з метою їх подальшого застосування у швидкохідних токарних автоматизованих верстатах нового покоління;

– дістала подальший розвиток методика попереднього розрахунку критичної частоти обертання шпиндельних вузлів з прутком із урахуванням дисбалансу і резонансних явищ для можливості виявлення частот, при яких недоцільно проводити обробку деталей з прутків і труб на верстатах з відповідною конструкцією шпиндельних вузлів;

– розроблено і виготовлено спеціальний науково-дослідний стенд для комплексного випробування і дослідження різних конструкцій ЗМ верстатів токарної групи.

Результати роботи впроваджені в навчальний процес кафедри "Комп'ютерного проектування верстатів і технологій машинобудування" Луцького національного технічного університету та кафедри "Конструювання верстатів та машин" НТУУ «КПІ» для підготовки спеціалістів і магістрів спеціальності "Металорізальні верстати і системи", а також передані для застосування на ВАТ "Електротермометрія" (м. Луцьк) і "СКФ Україна" (м. Луцьк).

Особистий внесок здобувача. Автору належать:

1. Математичне моделювання передачі сил в типових конструкціях ПрЗ з геометричним замиканням з урахуванням частоти обертання шпинделя та різних значень коефіцієнта тертя.

2. Теоретичні та експериментальні дослідження силових і енергетичних характеристик ПрЗ з геометричним замиканням на різних частотах обертання та

при зупиненому шпинделі.

3. Розробка та створення спеціального науково-дослідного стенда для проведення комплексного випробування і дослідження 3М верстатів токарної групи.

4. Розробка рекомендацій щодо проектування і розрахунку нових ПрЗ, пристосованих для роботи на високих частотах обертання.

5. Розробка способу стабілізації зусилля затиску заготовки та декількох конструкцій ПрЗ для його реалізації при підвищенні частоти обертання шпинделя і відхиленні діаметра прутка від номінального.

6. Нові схеми і конструкції на рівні винаходів і корисних моделей, які оформлені заявками і захищені патентами України.

В п'яти патентах України на корисні моделі частка кожного співавтора однакова. В опублікованих у співавторстві працях дисертанту належать основні ідеї проведення досліджень і наукове обґрунтування основних теоретичних положень.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень доповідались і обговорювались на: науково-практичних конференціях викладачів Луцького державного технічного університету (Луцьк, 2004–2010 рр.), *VII* ювілейній міжнародній науково-технічній конференції "Промислова гідравліка і пневматика" (Вінниця, 2006 р.), *IX* міжнародній науково-практичній конференції "Прогресивна техніка та технологія – 2008" (Київ, 2008), *II* міжнародній науково-практичній конференції «Теоретичні і експериментальні дослідження в технологіях сучасного матеріалознавства та машинобудування», ЛНТУ (Луцьк-Світязь, 2009 р), міжнародній науково-технічній конференції ТК-2010 «Прогресивні напрямки розвитку технологічних комплексів» (Луцьк 2010), розширених засіданнях кафедри «Технологія машинобудування» Севастопольського національного технічного університету (Севастополь 2010, 2011). В повному обсязі дисертаційна робота доповідалася і отримала позитивний відгук на розширеному науково-технічному семінарі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (Тернопіль 2011).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 11-ти друкованих працях, з них 6 статей у фахових виданнях (2 одноосібних) і 5 патентів України на корисні моделі.